



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,

BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置製造用の基板を、例えばプラズマや熱を利用して処理するための、冷却対象を備えた基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 基板処理装置としては、基板、例えば半導体ウエハに対してプラズマにより成膜やエッチングを行うプラズマ処理装置、加熱炉内でアニールや酸化処理などを行う熱処理装置等、種々の装置が挙げられる。これらの装置では、温度上昇を抑える必要のある冷却対象を備えている場合がある。例えばプラズマ処理装置では、マイクロ波等のエネルギーにより処理ガスが励起されてプラズマが生成されると、そのプラズマからの熱により装置の温度が上昇する。

[0003] 一方、基板に対して行われるエッチングや成膜などの処理は、基板や処理容器の温度に敏感であるため、これらの温度をできるだけ適正な温度に保つ必要がある。一般に温調手段としてヒータが用いられることが多い。しかし、プラズマ処理装置の場合には、ヒータのみで温度制御しようとする、プラズマ発生時の熱を奪うことができず装置が昇温してしまう。このため、プラズマによる発熱時に装置を冷却する必要がある。

[0004] 例えば、特開2002-299330号公報には、冷却機能を備えたプラズマ処理装置が記載されている。その構成を図10に簡略化して示す。この装置は、例えばアルミニウムからなる処理容器11内に、半導体ウエハWを載置するための載置台12が設けられている。処理容器11上部の導波管13を介して平面アンテナ14にマイクロ波が供給される。平面アンテナ14から透過窓15を介してマイクロ波が処理容器11内に放射され、処理容器11内の処理ガスがプラズマ化されるように構成されている。処理容器11の上部にはプラズマ発生時に装置を冷却するための冷却流路16が設けられている。図示しないヒータによる加熱と、冷却流路16を流れる冷媒による冷却とを組み合わせることによって、処理容器11の上部を設定温度に維持するような温度制御が行

われる。冷媒流路16を通流する冷媒としては冷却水が用いられる。

- [0005] しかしながら、冷媒を通流するためには、チラーユニットが必要である。そのチラーユニットは、冷凍機、一次冷却水の流路、温調タンクおよびヒータ等を含む大掛かりな装置である。このため、設備コストが高く、また広い占有面積が必要であり、更に消費電力が大きいという課題がある。

ここでプラズマ処理装置に限らず基板処理装置の冷媒として捉えた場合、冷却水を用いる場合には、その温度の上限がせいぜい80℃であるため、適用範囲が狭い。冷媒としてガルデン(アウジモント社の登録商標)を用いる場合には、例えば150℃程度の温度まで使用できる。しかし、工場内で高温の冷媒が循環すると、安全性に問題がある。また、ガルデンは粘性が極めて大きいことから、定常状態になるまでに長い時間がかかるという不利益がある。また、空気等の気体を冷媒として用いる場合には、供給システムは簡単にできるが、冷却能力が小さいという欠点がある。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、冷却対象を冷却するに当たり、省エネルギー化を図ることができ、簡易な構成でありながら冷却能力の大きい基板処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] この目的を達成するために、本発明は、半導体装置製造用の基板を処理するための、冷却対象を備えた基板処理装置において、
- ミストを発生させるためのミスト発生器と、
- このミスト発生器で発生したミストを搬送するためのキャリアガスを供給するガス供給源と、
- 前記キャリアガスによって搬送されるミストを流して前記冷却対象を冷却するためのミスト流路と、
- をさらに備えたことを特徴とする基板処理装置を提供するものである。
- この基板処理装置によれば、ミスト流路にミストを流すことで、ミストの気化熱により冷却対象から熱を奪うので、冷却対象を速やかに冷却することができる。また、冷媒

としてミストを用いているので、冷却水を用いる場合のようにチラーユニットを用いなくて済む。このため、装置全体の構成を簡素化し、装置の設置面積を小さくすることができる。また、消費電力を低減できるので省エネルギー化を図ることができ、コスト的にも有利である。更に、ミストの気化熱を利用して冷却していることから、工場内で高温の冷媒を循環させなくもよく、安全性の点でも有利である。

[0008] 前記冷却対象は、例えば、内部に収納した基板を処理するための処理容器の少なくとも一部である。例えば、前記処理容器内でプラズマを用いて基板が処理される。その場合、処理容器がプラズマの発生により昇温しても、冷却対象は速やかに所定の温度まで冷却されるので、安定したプラズマ処理を行うことができる。そのような基板処理装置においては、少なくともプラズマが発生していないときに前記冷却対象を加熱するためのヒータをさらに備えることが好ましい。

基板処理装置は、前記処理容器を収容する加熱炉をさらに備えていてもよい。その場合、前記ミスト流路は、前記処理容器と前記加熱炉との間に形成された空間として形成することができる。このとき、処理容器以外の部位、例えば加熱炉の外周部を冷却対象とすることもできる。

[0009] 基板処理装置は、前記冷却対象の温度を検出する温度センサと、この温度センサの検出温度に基づいて、前記ミスト発生器および前記ガス供給源を制御する制御部と、をさらに備えていることが好ましい。

前記制御部は、前記温度センサの検出温度が基準値以下のときには、前記ミスト発生器からのミストの発生および前記ガス供給源からのキャリアガスの供給を共に停止する制御を行うようにすることができる。

一方、前記制御部は、前記温度センサの検出温度が基準値以下のときには、前記ガス供給源からのキャリアガスの供給を継続しつつ前記ミスト発生器からのミストの発生を停止する制御を行うようにしてもよい。

さらに、前記制御部は、前記ミスト流路におけるミストの流量およびキャリアガスの流量の少なくとも一方を制御することが好ましい。

[0010] 基板処理装置は、前記ミスト流路を通流したミストをキャリアガスから分離して液体として回収する気液分離器をさらに備え、前記ミスト発生器は、前記気液分離器で回収

された液体からミストを発生させることが好ましい。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]は、本発明による基板処理装置の一実施形態としてのプラズマ処理装置を示す縦断面図である。
- [図2]は、図1のプラズマ処理装置におけるミスト供給部の詳細を示すブロック図である。
- [図3]は、図2のミスト発生器をより具体的に示す図である。
- [図4]は、図2の気液分離器をより具体的に示す図である。
- [図5]は、図1のプラズマ処理装置の動作を示すタイムチャートである。
- [図6]は、本発明による基板処理装置のもう1つの実施形態を示す、図2と同様の図である。
- [図7]は、本発明による基板処理装置のさらにもう1つの実施形態としての縦型熱処理装置を示す縦断面図である。
- [図8]は、本発明の実施例1および2と比較例1および2の実験結果を示すグラフである。
- [図9]は、(a) 本発明の実施例3の実験結果を示すグラフと、(b) 比較例3の実験結果を示すグラフとを対比させた図である。
- [図10]は、従来の基板処理装置としてのプラズマ処理装置を示す縦断面図である。
- ### 発明を実施するための最良の形態

- [0012] 以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明に係る基板処理装置の実施の形態であるプラズマ処理装置の概観を示している。図中、符号2は処理容器である。この処理容器2は、アルミニウムからなる容器本体39と、この容器本体39の周囲を囲う断熱部材3と、容器本体39の上部に設けられたアンテナ本体42などを含んでいる。容器本体39は、真空の処理空間を画成している。処理容器2内には、半導体ウエハW(以下、ウエハという。)が載置される載置台31が設けられている。この載置台31には、例えば13.65MHzのバイアス用高周波電源32が接続されている。

- [0013] 前記載置台31の上方には、例えば円盤状の導電体からなるガス供給体33が設け

られている。このガス供給体33における載置台31と対向する面には、多数のガス供給孔34が形成されている。このガス供給体33の内部には、ガス供給孔34と連通する格子状のガス流路35が形成されており、このガス流路35にはガス供給路36が接続されている。このガス供給路36には、図示しない処理ガス源が接続されている。この処理ガス源から、プラズマ処理に必要な処理ガスが、ガス供給路36、ガス流路35、およびガス供給孔34を通じて処理容器2内に供給されるようになっている。

[0014] またガス供給体33には、当該ガス供給体33を貫通するように、図示されない多数の開口部が形成されている。この開口部は、プラズマを当該ガス供給体33の下方側の空間に通過させるためのものであり、例えば隣接するガス流路35同士の間形成されている。また処理容器2の底部には排気管37が接続されており、この排気管37の基端側には図示しない真空排気手段が接続されている。

[0015] ガス供給体33の上方には、例えば石英からなる誘電体プレート(マイクロ波透過窓)4が設けられている。このプレート4の上には、当該プレート4と密接するようにアンテナ41が設けられている。この誘電体プレート4の材料は、石英に限らず例えばアルミナなどであってもよい。アンテナ41は、アンテナ本体42と、このアンテナ本体42の下に設けられ、多数のスロットが周方向に形成された平面アンテナ材(スロット板)43とを備えている。これらアンテナ本体42と平面アンテナ材43とは、共に導体により略円盤形状に形成され、同軸導波管44に接続されている。またアンテナ本体42と平面アンテナ材43との間には、遅波板45が設けられている。これらアンテナ本体42、平面アンテナ材43および遅波板45によりラジアルラインスロットアンテナ(RLSA)が構成されている。

[0016] このように構成されたアンテナ41は、平面アンテナ材43が誘電体プレート4に密接するようにして、図示しないシール部材を介して処理容器2に装着されている。このアンテナ41は、同軸導波管44を介して外部のマイクロ波発生器46と接続され、例えば周波数が2.45GHz或いは8.4GHzのマイクロ波が供給されるようになっている。

[0017] アンテナ本体42には、第1のミスト流路5が周方向にスパイラル状に貫通するように形成されている。第1のミスト流路5の一端には、例えば管路からなる流入路51が接続される。第1のミスト流路5の他端には、例えば管路からなる排出路52が接続される。

。第1のミスト流路5、流入路51および排出路52により循環路が形成されている。この循環路には、後述する第1のミスト供給部6が介設されている。

アンテナ本体42には、ヒータ48と、処理容器2内の温度を検出するための温度センサ49とが設けられている。温度センサ49の検出温度が制御部7に送られる構成になっている。

[0018] また処理容器2の下部にも、第2のミスト流路53が壁面を周方向に貫通するように形成されている。第2のミスト流路53にも、流入路54および排出路55が接続されて循環路が形成されている。この循環路には、第1のミスト供給部6と同様な第2のミスト供給部61が介設されている。

後述するように、第1のミスト供給部6および第2のミスト供給部61は、それぞれ制御部7によって制御される構成になっている。

[0019] 次に、第1のミスト供給部6および制御部7について詳細に説明する。

第1のミスト供給部6は、ミストを発生させるためのミスト発生器64と、このミスト発生器64で発生したミストを搬送するためのキャリアガス(例えば空気)を供給するガス供給源62とを有している。

流入路51の上流端に接続されたミスト発生器64に対して、キャリアガスの流量を調整するための流量調整器63を介してガス供給源62が接続されている。一方、排出路52の下流端には気液分離器65が設けられている。この気液分離器65によってミストを含んだキャリアガスがキャリアガスとミストとに気液分離される。気液分離器65によって分離されたミストは回収液貯槽部66に貯められてミスト発生器64に送られ、再びミストの原料液として用いられるようになっている。

また制御部7は、ガス供給源62、流量調整器63およびミスト発生器64に接続されて、これらを制御する。なお、ガス供給源62は、例えば空気ポンプおよびバルブを備え、制御部7によってバルブの開閉制御が行われることで、キャリアガスの供給、停止が行われる。

[0020] 図3は、ミスト発生器64をより具体的に示す図である。図中、符号8はパイプであり、この中をガス供給源62から供給されるキャリアガスが流れる。パイプ8には、縮径部81が設けられている。この縮径部81の中心付近に、パイプ8を貫通して設けられたミ

ト液供給管82の開口部83が位置している。ミスト液供給管82は、ミストの原料となる液体(例えば水、アルコール水およびアンモニア等)が蓄えられたミスト液貯槽部84に接続されている。また、ミスト液供給管82にはバルブ85および流速計86が介設されている。バルブ85および流速計86は制御部7によって制御される。

パイプ8の縮径部81では、ガスの流速が増して圧力(P1)が下がる。この圧力(P1)はミスト液貯槽部84内の圧力(P0)よりも低い。このため、その圧力差(P0-P1)によって、縮径部81の中央付近に位置するミスト液供給管82の開口部83から液が吸い出される。吸い出された液は、パイプ8内を流れるキャリアガスによって拡散されてミスト(霧状の液体)となる。圧力差(P0-P1)は、ガス供給源62から供給されるキャリアガスの流量によって決まる。即ち、流量調整器63でキャリアガスの流量を調整することにより、ミストの流量が調整される。

一方、制御部7において、流速計86の検出値を監視しながら、開口部83から吹き出される液の量をバルブ85によって調節することで、ミストの流量を調整することもできる。ミストの発生を止める場合には、バルブ85が閉じられる。

また、ミスト液貯槽部84は、バルブ87の介設された管路に通じて回収液貯槽部66に接続されている。このバルブ87を開けることによって、回収液貯槽部66に貯まった液をミスト液貯槽部84に供給する。

[0021] 図4(a)は、気液分離器65の水平断面図である。気液分離器65の内部は、図4(b)の斜視図にも示すように、屈曲した流路を形成するように複数のフィン9が配置されている。気液分離器65には流入口91と排気口92とが設けられている。また気液分離器65の下面には、分離された液を排出する図示されない排出口が設けられている。このような構成にすることで、ミストを含んだガスがフィン9に当たってミストだけが付着し、ガスは排気口92から排気される。またフィン9に付着したミストの量が多くなると、このミストが大きな液滴となり、重力によって降下して排出口から排出され、回収液貯槽部66(図2)に回収される。

[0022] 続いて、以上のように構成されたプラズマ処理装置の動作について図5も参照しながら説明する。

まず、プラズマ処理装置を起動するときに、ヒータ48がオンにされ、処理容器2上

部の温度が設定温度に維持される。より詳細には、温度センサ49の検出温度が設定温度となるようにヒータ48の供給電力が制御される。この設定温度とは、ウエハWに対してプラズマ処理、例えばプラズマエッチングが行われるときの処理空間内の適切な温度と同じ値であり、例えば180℃である。

続いて、外部から処理容器2内にウエハWが搬入され、載置台31の表面に載置される。しかる後、ガス供給源から処理ガス、例えばArガスなどの不活性ガスとハロゲン化合物ガス等のエッチングガスとが処理容器2内に供給される。これと共に、マイクロ波発生器46からアンテナ部材43および誘電体プレート4を介してマイクロ波が処理装置2内に放射され、処理ガスがプラズマ化される。このときバイアス電源32からバイアス電力が載置台31に印加される。そしてウエハWの表面に形成された薄膜が、このプラズマによりエッチングされる。

[0023] ここで、冷却対象である処理容器2上部における温度センサ49の検出温度に着目すると、その温度は図5に示すように推移する。なお、ガス供給源62からのキャリアガスの供給は継続的に行われている。

即ち、時刻 t_1 でプラズマが発生したとすると、時刻 t_1 までは、ヒータ48がオンになっており、温度センサ49の検出温度はおよそ180℃で一定である。

時刻 t_1 にて発生したプラズマにより温度センサ49の検出温度が上昇する。このためヒータ48がオフにされると共に、第1のミスト流路5内にミストが供給される。具体的には、ミスト発生器64のバルブ85を開くことによって所定量のミストが発生し、キャリアガスで搬送されるミストが流入路51を介して第1のミスト流路5内に通流される。このミスト流路5内を通流するミストは、処理容器2に発生した熱により気化され、その熱を気化熱として奪う。この結果、プラズマの発生により昇温しようとした処理容器2（ここでは、冷却対象である処理容器2の上面部分）が冷却され、温度センサ49の検出温度が設定温度付近まで降温する。その後、発熱と吸熱とのバランスによって温度センサ49の検出温度は設定温度付近に安定しようとする。

その後、時刻 t_2 にてプラズマの発生が停止すると、処理容器2の温度が下がる。このため、再びヒータ48がオンにされると共に、ミストの供給が停止される。これにより、温度センサ49の検出温度が設定温度付近に維持されるようにする。

[0024] 以上の実施形態によれば、ミスト流路5にミストを通流させて、冷却対象である処理容器2の上部を冷却するようにしている。このため、プラズマの発生により発生した熱をミストの気化熱として奪うことで当該冷却対象が冷却されることから、冷却が速やかに行われる。この結果、プラズマ処理装置の処理容器2がプラズマの発生により昇温しても、速やかに所定の温度まで降温させて安定させることができる。このため、基板に対して安定したプラズマ処理、例えばエッチング処理を行うことができる。

また、冷媒としてミストを用いているので、冷却水を用いる場合のようにチラーユニットを用いなくて済む。このため、装置全体の構成を簡素化し、装置の設置面積を小さくすることができる。また、消費電力を低減できるので省エネルギー化を図ることができる。また、コスト的にも有利である。更に、ミストの気化熱を利用して冷却していることから、工場内で高温の冷媒を循環させなくてもよく、安全性の点でも有利である。

また、ミスト流路5を通流したミストを気液分離器65により回収して再使用しているので、資源を有効利用でき、低コスト化を図れる。

[0025] 本発明は、上述のようにガス供給源からのキャリアガスの供給を継続しつつ、温度センサ49の検出温度が基準値(上記実施形態においては約180℃)を越えたか否かによってミストを供給/停止する場合には限定されない。即ち、検出温度が基準値以下のときにはミストだけでなくキャリアガスの供給も停止しておき、検出温度が基準値を越えたときに、キャリアガスおよびミストを供給するようにしてもよい。

[0026] 更に本発明は、温度センサ49の検出温度に応じてミストの供給量とキャリアガスの供給量の少なくとも一方を変えるようにしてもよい。図6はこのような変形例を示すものである。

図6に示すように、制御部7に、温度領域とミスト流量とキャリア流量とを対応づけるデータマップを格納したメモリが設けられている。制御部7において、検出温度とデータマップとを照合して、ミスト流量とキャリア流量とを求めるようにしている。図6のマップにおける温度T1は、例えばプラズマが発生していないときにヒータ48により加熱されている状態での温度(プラズマ処理を行うときの適切な温度)である。この温度T1以下のときにはミストの流量がゼロでキャリアガスの流量がA1である。温度がT1〜T2の間にある場合には、ミストの流量がM2でキャリアガスの流量がA2である。温度

がT2以上の場合には、ミストの流量がM3でキャリアガスの流量がA3である。なお $M2 < M3$ 、 $A1 < A2 < A3$ の関係にある。

この例では、温度領域を3分割して各領域にそれぞれ異なる流量を割り当てているが、その分割数は4以上であってもよい。このように複数の温度領域を設定して、温度が高いほどミストやキャリアガスの流量が大きくなるようにすることで、よりきめ細かい温度制御ができ、一層速やかに所定の温度まで冷却することが可能になる。

[0027] また、本発明の基板処理装置は、上述したプラズマ処理装置に限らず、以下に説明するような熱処理装置にも適用することができる。

[0028] 図7は、そのような縦型熱処理装置を示している。図7に示すように、この熱処理装置は、処理容器としての反応管104を収容する縦型の加熱炉100を備えている。加熱炉100は、略円筒状の断熱壁101と、この断熱壁101の内面に沿って周方向に設けられる、例えば抵抗発熱体からなるヒータ102とを備えている。断熱壁101の下端部はベース体103に固定されている。

[0029] 加熱炉100に収容された反応管104は、例えば石英よりなり、内部に熱処理空間を形成する。この反応管104の下部もベース体103に固定されている。この熱処理装置におけるミスト流路は、加熱炉100と反応管104との間の空間として形成されている。このミスト流路としての空間内に冷却用のミストを含んだガスを供給するために、ベース体103には周方向に沿って複数のノズル120が設けられている。これらのノズル120は、ベース体103底部に設けられたリング状の送風ヘッダ121に接続されている。送風ヘッダ121には、送風ファン122が介設された送風パイプ123からミストを含んだガスが供給されるようになっている。この送風パイプ123は、図2に示したのと同様のミスト供給部6に接続されている。また加熱炉100の天井には、冷却用のミストを含んだガスを排出する排気路130が連結されている。この排気路130には、開閉シャッタ131、冷却機構132および排気ファン133が順次介設されている。

[0030] また、反応管104内には、複数枚の基板、例えばウエハWを縦方向に間隔を置いて保持するウエハボート110が設けられている。このウエハボート110の下端部は、断熱材111およびターンテーブル112を介して蓋体113上に取り付けられている。蓋体113は、反応管104の下端開口を開閉するためのものである。この蓋体113には、

ボートエレベータ114が連結されている。ボートエレベータ114には回転機構115が連結され、これによりウエハボート110がターンテーブル112と共に回転するようになっている。ボートエレベータ114の昇降により、反応管104に対するウエハボート110の搬入出が行われる。

[0031] 反応管104の下部を、ガス供給管116が貫通している。このガス供給管116は、反応管104内にて垂直に立ち上げられ、その先端部は反応管104の天井中央に向けて処理ガスを吹き付けるように屈曲している。このガス供給管116から反応管104内に供給された処理ガスは、反応管104の下部に設けられた排気管117から、図示しない真空ポンプによって排出される。

[0032] この熱処理装置では、反応管104内を所定温度まで加熱してウエハWに対して成膜処理、酸化処理或いはアニール処理等の熱処理を行う。その処理の完了後、断熱体101と反応管104との間のミスト流路に、ミスト供給部6から供給されるミストを含んだガスを通流させる。これによって、反応管104に蓄積した熱をミストの気化熱により素早く除去することができる。このため、反応管104内を速やかに降温して、処理済みのウエハWを保持したウエハボート110を反応管104から搬出することができる。このため処理のスループットを向上させることができる。

[0033] 次に、本発明による基板処理装置の効果を確認するために行った実験例について説明する。

[実験例1]

図1に示したプラズマ処理装置で、冷却対象である処理容器2上部の冷却効果について実験した。具体的には、まずヒータ38、48をオンにして、温度センサ49の検出温度が120℃になるように加熱した。次に、ミスト流路5にミストを含んだ空気(実施例1)と、空気のみ(比較例1)をそれぞれ種々の流量で通流させた。そして、温度センサ49の検出温度が定常状態になったときの温度を調べた。

また、加熱温度が180℃である場合についても同様に、ミスト流路5にミストを含んだ空気(実施例2)と、空気のみ(比較例2)を通流させて定常状態になったときの温度を調べた。

それらの結果を図8に示す。図8から分かるように、流量に関わらず、ミストを含んだ

空気(実施例1および2)の方が、空気のみ(比較例1および2)より冷却効果が大きい。
。

[0034] [実験例2]

図1に示したプラズマ処理装置で、冷却対象である処理容器2上部のアンテナ本体42における4箇所の温度変化を計測する実験を行った。具体的には、ミスト流路5に空気およびミスト(水)をそれぞれ50l/minおよび1g/minの流量で通流させ、それら4箇所(TC1〜TC4)の温度変化を調べた。これを実施例3とし、図9(a)に結果を示す。

同様に、ミストを含まない空気のみを通流させ、それら4箇所(TC1〜TC4)の温度変化を調べた。これを比較例3とし、図9(b)に結果を示す。この比較例3では、図9(b)に示すように時間と共に空気の流量を増加させている。

[0035] 図9から分かるように、4箇所(TC1〜TC4)共に、ミストを含んだ空気(実施例3)の方が、空気のみ(比較例3)より冷却効果が大きい。

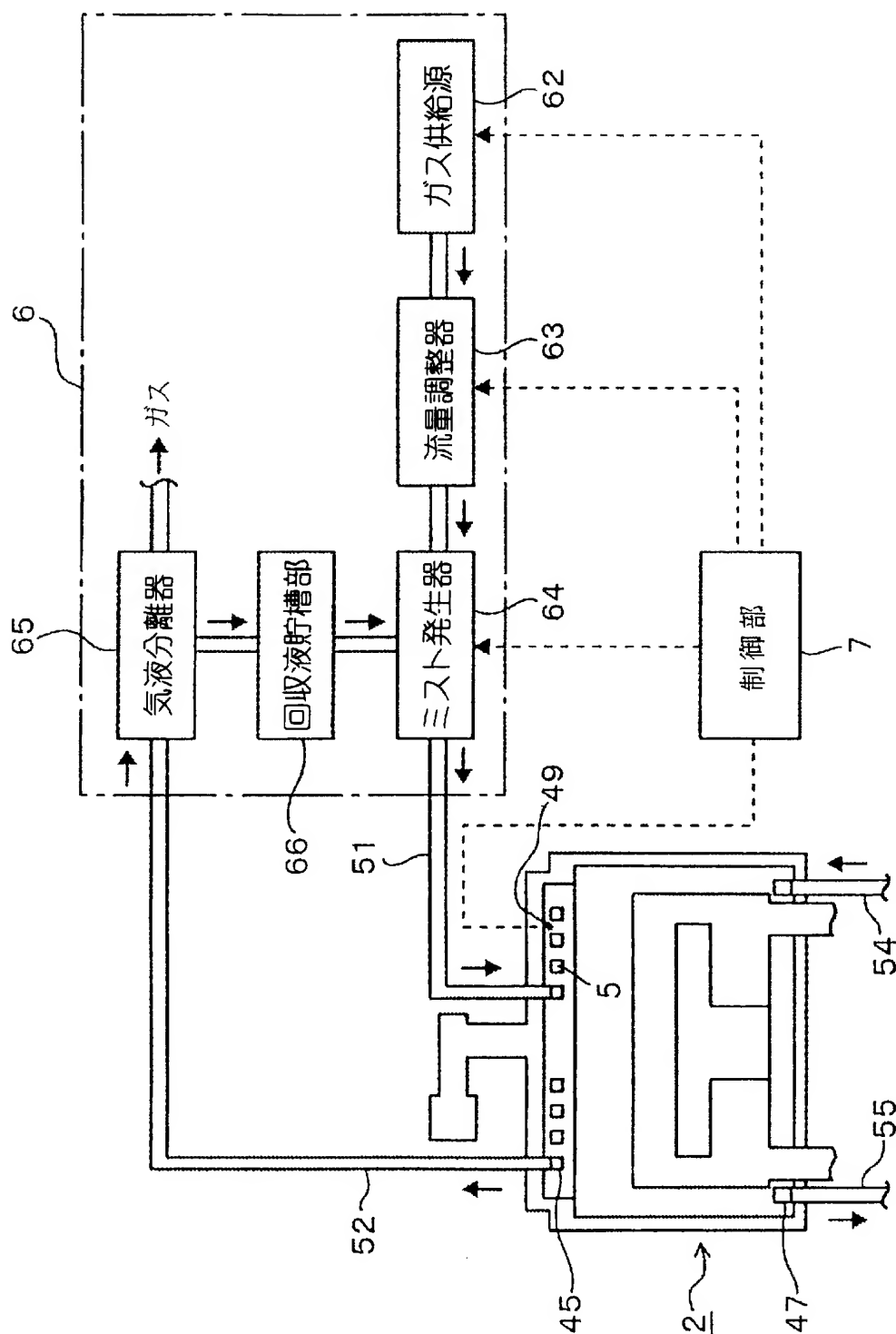
以上の実験結果は、本発明によればミストの気化熱によって、従来よりも冷却対象を素早く冷却できることを示している。

請求の範囲

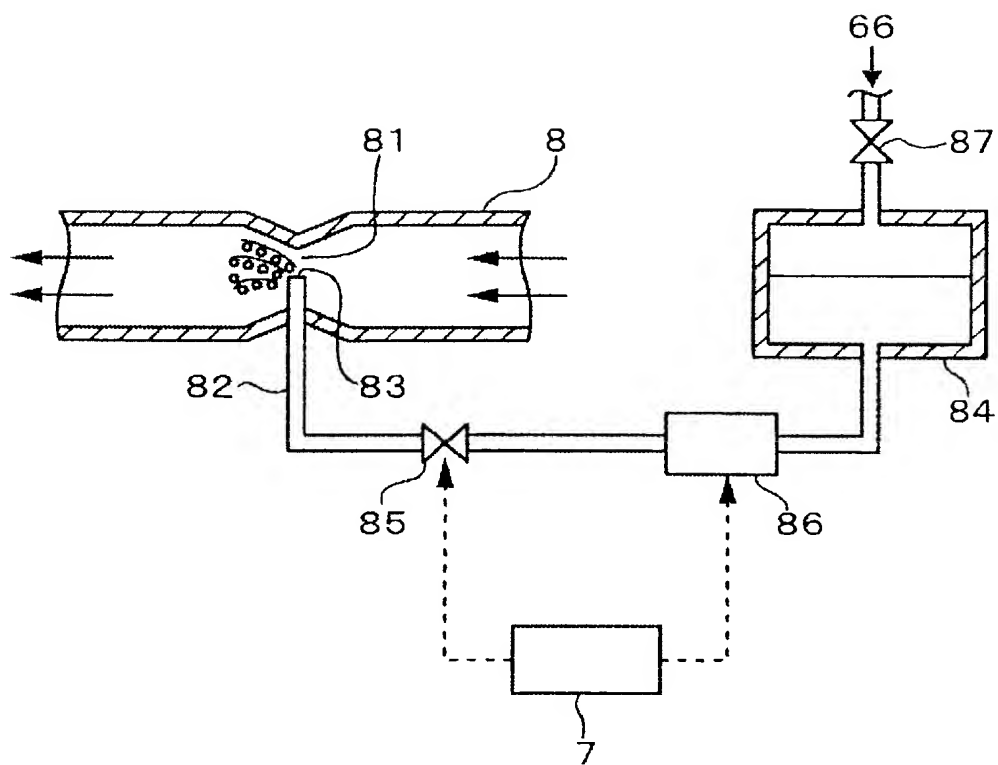
- [1] 半導体装置製造用の基板を処理するための、冷却対象を備えた基板処理装置において、
- ミストを発生させるためのミスト発生器と、
- このミスト発生器で発生したミストを搬送するためのキャリアガスを供給するガス供給源と、
- 前記キャリアガスによって搬送されるミストを流して前記冷却対象を冷却するためのミスト流路と、
- をさらに備えたことを特徴とする基板処理装置。
- [2] 前記冷却対象は、内部に収納した基板を処理するための処理容器の少なくとも一部である、ことを特徴とする請求項1記載の装置。
- [3] 前記処理容器内でプラズマを用いて基板が処理される、ことを特徴とする請求項2記載の装置。
- [4] 少なくともプラズマが発生していないときに前記冷却対象を加熱するためのヒータをさらに備えた、ことを特徴とする請求項3記載の装置。
- [5] 前記処理容器を収容する加熱炉をさらに備え、
- 前記ミスト流路は、前記処理容器と前記加熱炉との間に形成された空間として形成されている、ことを特徴とする請求項2記載の装置。
- [6] 前記冷却対象の温度を検出する温度センサと、
- この温度センサの検出温度に基づいて、前記ミスト発生器および前記ガス供給源を制御する制御部と、
- をさらに備えた、ことを特徴とする請求項1記載の装置。
- [7] 前記制御部は、前記温度センサの検出温度が基準値以下のときには、前記ミスト発生器からのミストの発生および前記ガス供給源からのキャリアガスの供給を共に停止する制御を行う、ことを特徴とする請求項6記載の装置。
- [8] 前記制御部は、前記温度センサの検出温度が基準値以下のときには、前記ガス供給源からのキャリアガスの供給を継続しつつ前記ミスト発生器からのミストの発生を停止する制御を行う、ことを特徴とする請求項6記載の装置。

- [9] 前記制御部は、前記ミスト流路におけるミストの流量およびキャリアガスの流量の少なくとも一方を制御する、ことを特徴とする請求項6記載の装置。
- [10] 前記ミスト流路を通流したミストをキャリアガスから分離して液体として回収する気液分離器をさらに備え、
前記ミスト発生器は、前記気液分離器で回収された液体からミストを発生させる、ことを特徴とする請求項1記載の装置。

[図2]

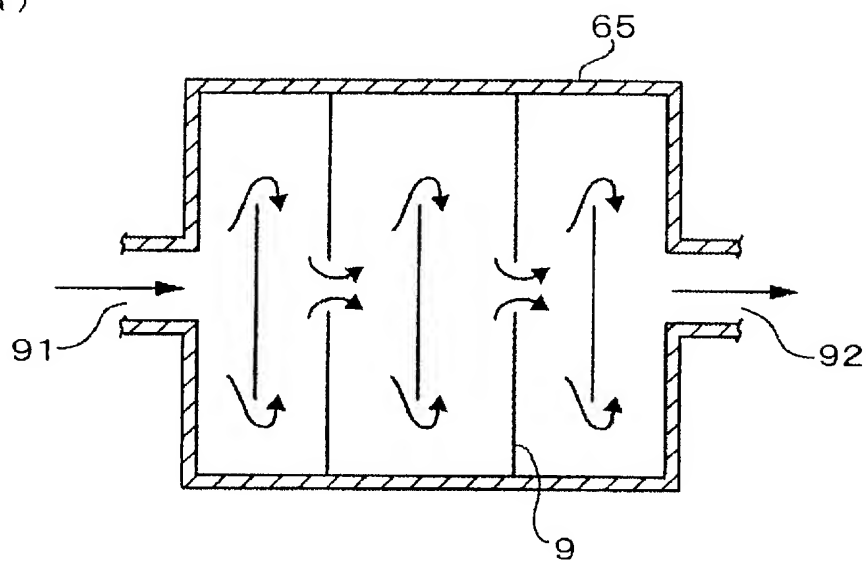


[図3]

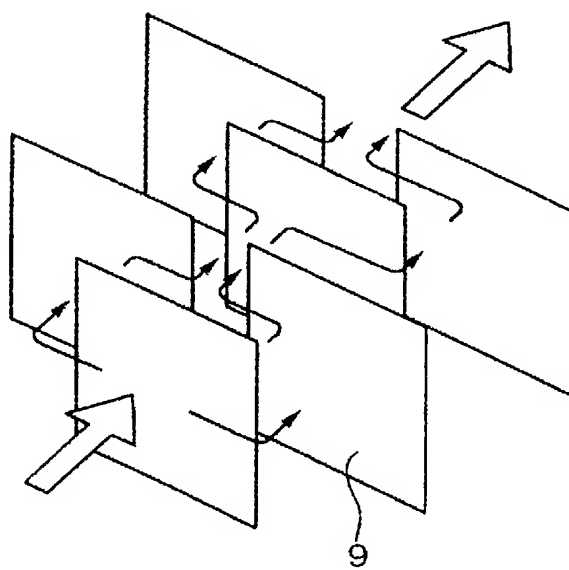


[図4]

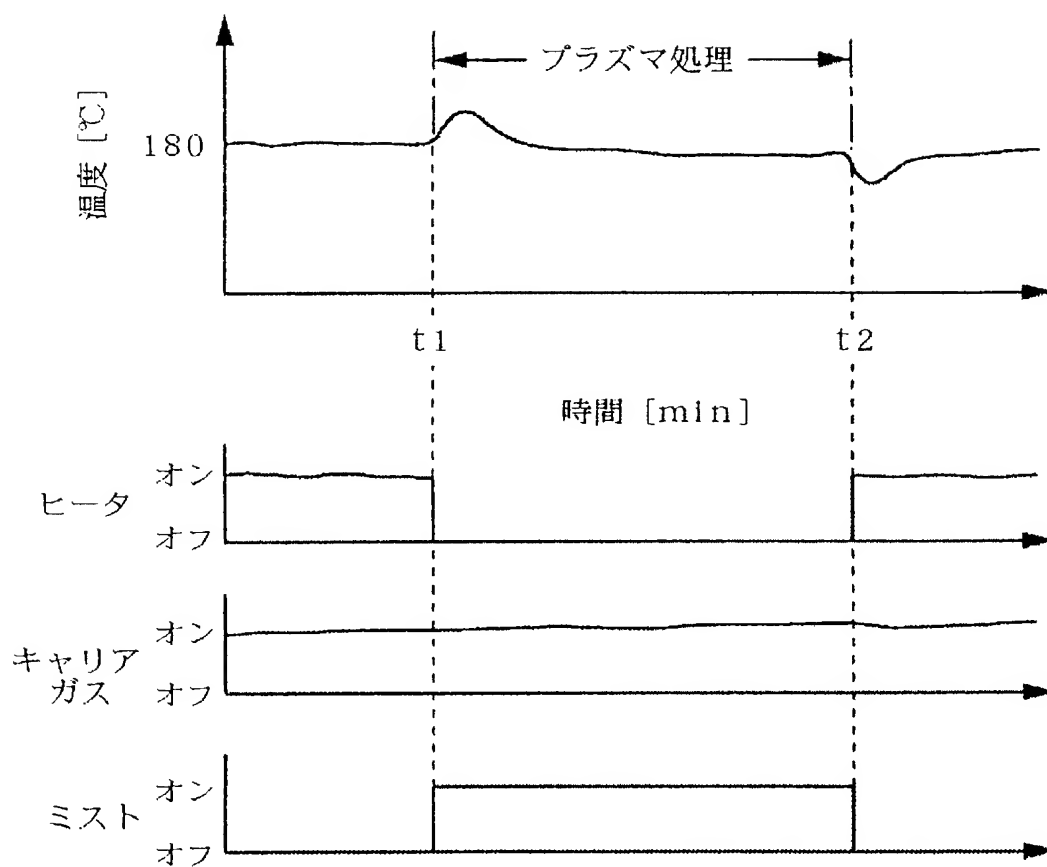
(a)



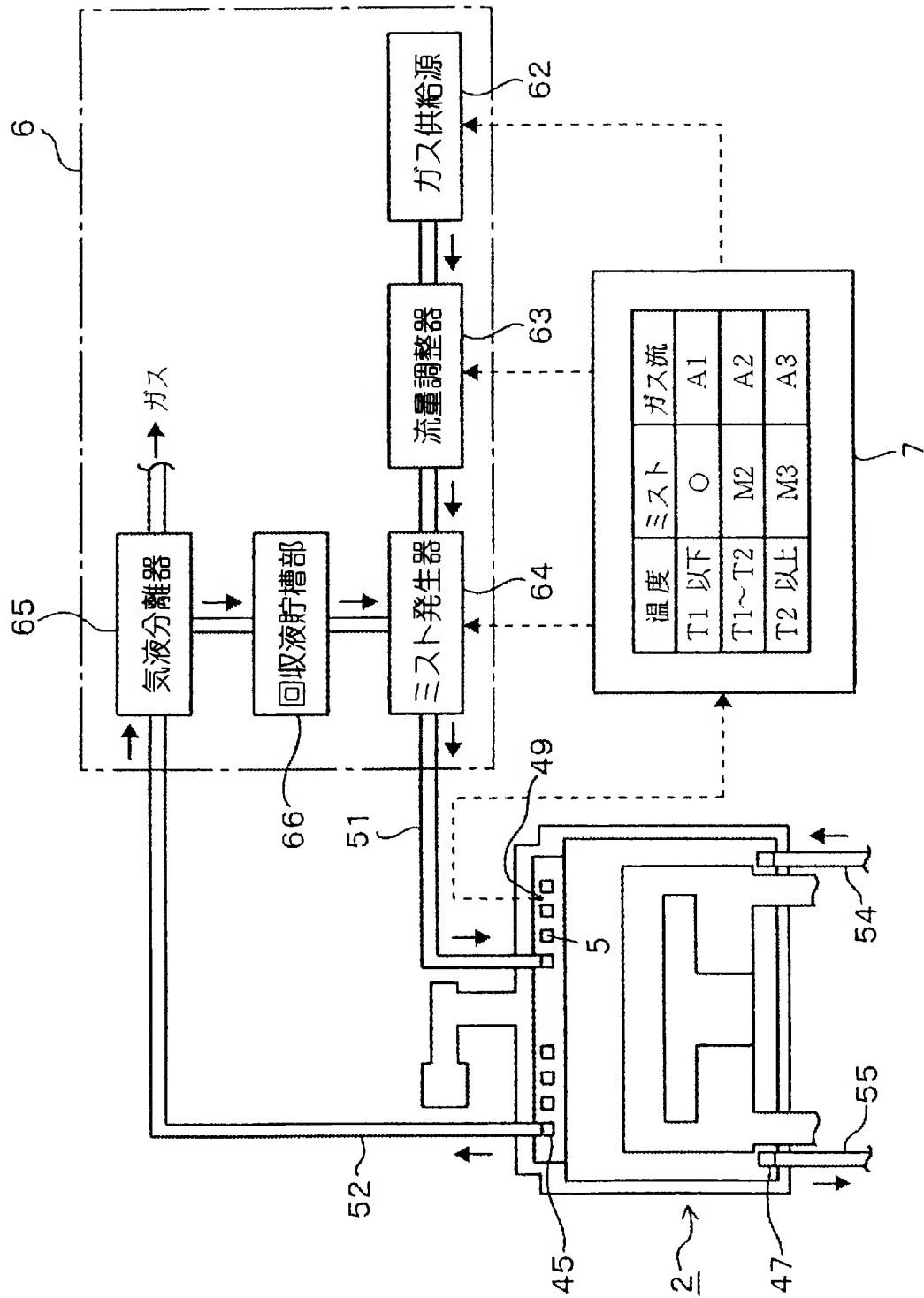
(b)



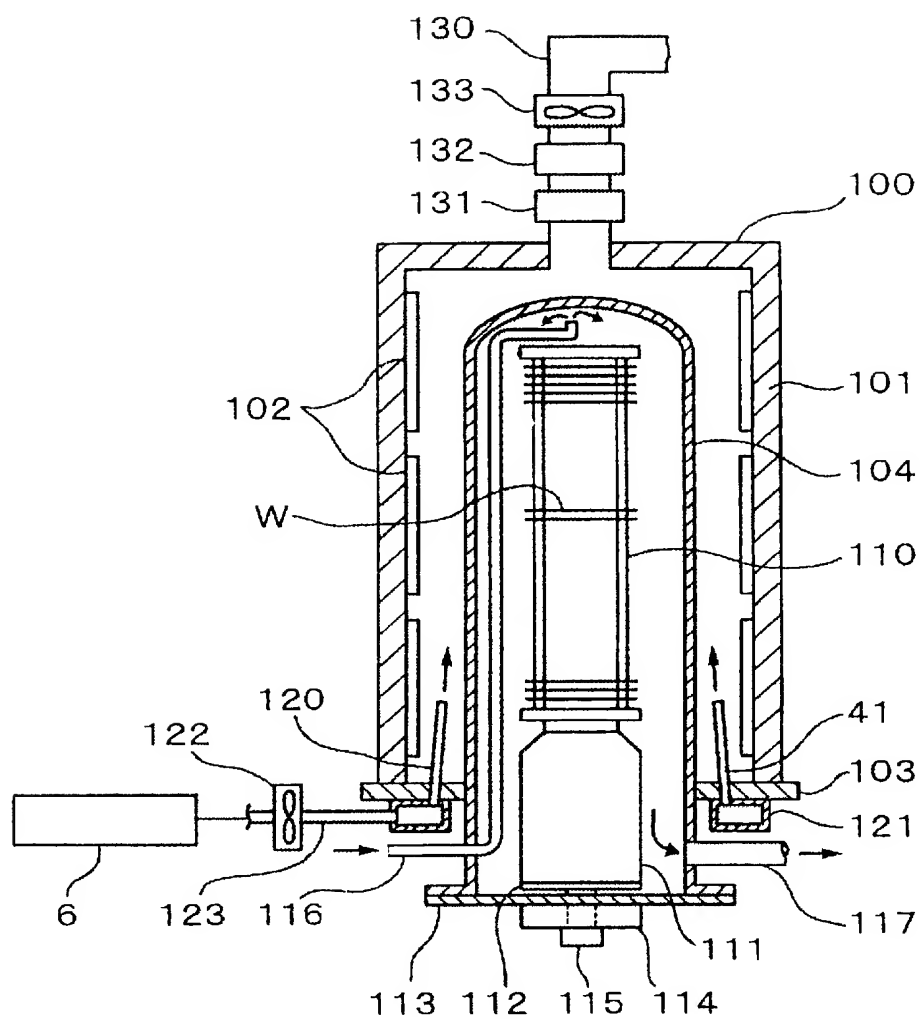
[図5]



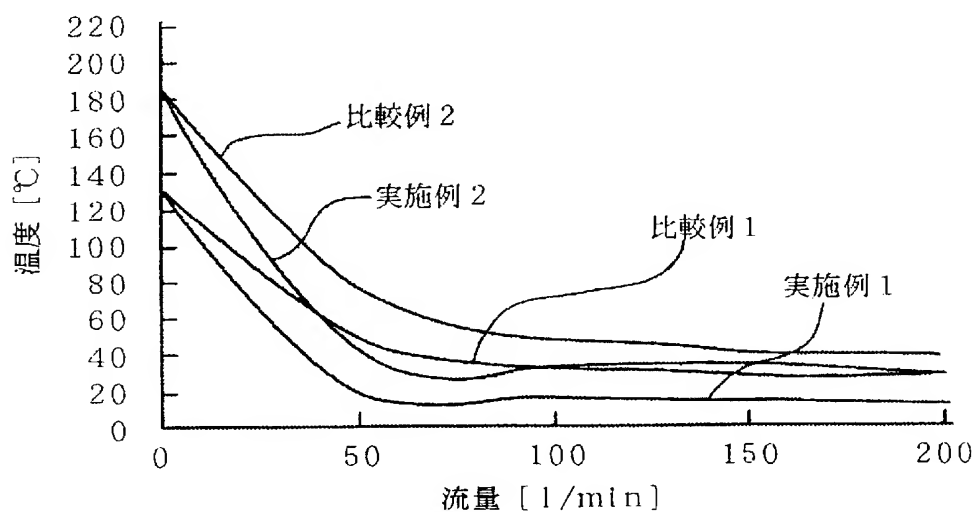
[図6]



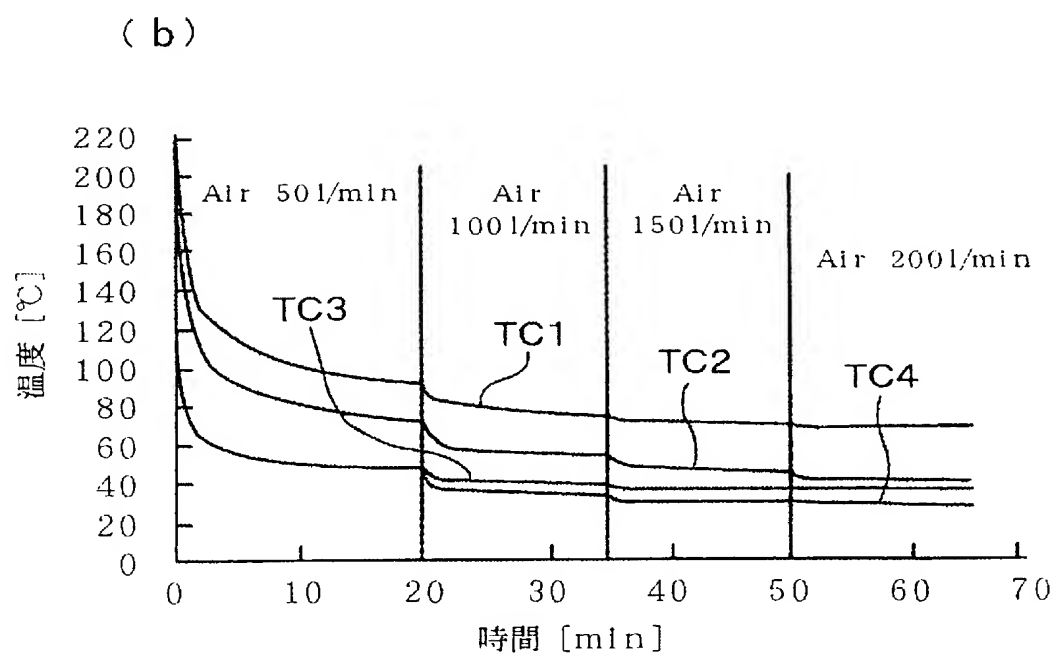
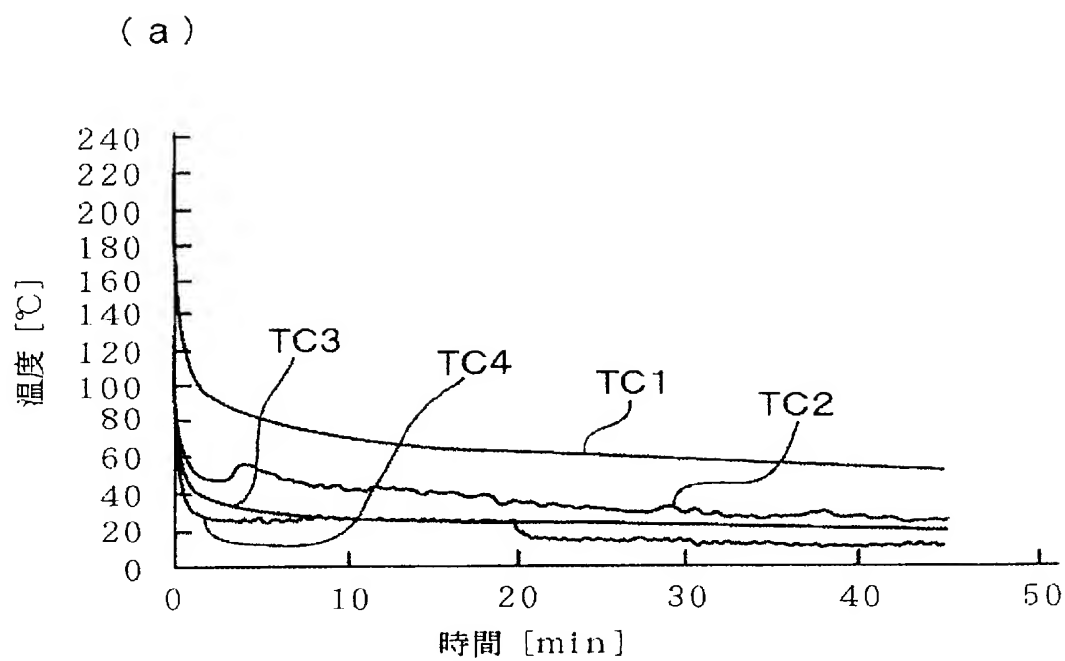
[図7]



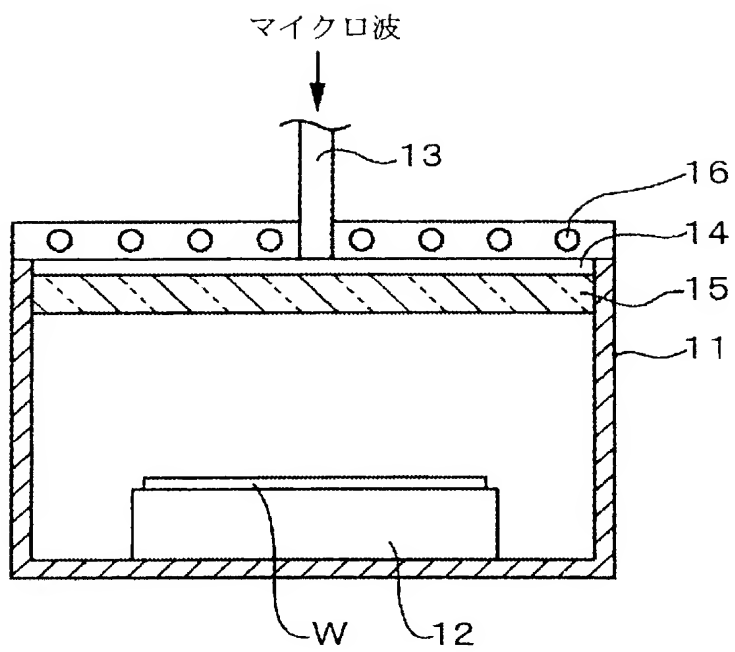
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/3065, H01L21/205, C23C16/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/3065, H01L21/205, C23C16/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2-55292 A (Fujitsu Ltd.), 23 February, 1990 (23.02.90), Claims; page 3, upper left column, line 6 to page 3, lower left column, line 2; Figs. 1, 2 (Family: none)	1, 2, 6, 7, 9 3-5
Y	JP 2001-156047 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 June, 2001 (08.06.01), Par. Nos. [0015] to [0023]; Fig. 1 (Family: none)	3-5
A	JP 2003-174016 A (Tokyo Electron Ltd.), 20 June, 2003 (20.06.03), Par. Nos. [0003] to [0006]; Fig. 3; Par. No. [0045]; Fig. 1 (Family: none)	10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 March, 2005 (08.03.05)

Date of mailing of the international search report
22 March, 2005 (22.03.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019418

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-73994 A (The BOC Group, Inc.), 17 March, 1995 (17.03.95), Par. Nos. [0010] to [0011] & EP 634778 A1 & US 5627435 A & CA 2126731 A	1-10
A	JP 2000-277508 A (Tokyo Electron Ltd.), 06 October, 2000 (06.10.00), Par. Nos. [0017] to [0024] & US 6736930 B1	1-10
E,X	JP 2004-127994 A (Sukegawa Denki Kogyo Kabushiki Kaisha), 22 April, 2004 (22.04.04), Par. Nos. [0014] to [0021] (Family: none)	1, 2, 4, 6, 9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. ⁷ H01L21/3065, H01L21/205, C23C16/44			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. ⁷ H01L21/3065, H01L21/205, C23C16/44			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	JP 2-55292 A (富士通株式会社) 1990.02.23, 特許請求の範囲、第3頁左上欄第6行-第3頁左下欄第2行、 第1図、第2図 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 9	
Y		3-5	
Y	JP 2001-156047 A (三菱電機株式会社) 2001.06.08, 【0015】 - 【0023】 【図1】 (ファミリーなし)	3-5	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 08.03.2005		国際調査報告の発送日 22.3.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 今井 拓也	4 R 9 1 6 9
		電話番号 03-3581-1101 内線 3469	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-174016 A (東京エレクトロン株式会社) 2003. 06. 20, 【0003】 - 【0006】 【図3】 【0045】 【図1】 (ファミリーなし)	10
A	JP 7-73994 A (ザ ビーオーシー グループ インコーポレイテッ ド) 1995. 03. 17, 【0010】 - 【0011】 & EP 634778 A1 & US 5627435 A & CA 2126731 A	1-10
A	JP 2000-277508 A (東京エレクトロン株式会社) 2000. 10. 06, 【0017】 - 【0024】 & US 6736930 B1	1-10
E, X	JP 2004-127994 A (助川電気工業株式会社) 2004. 04. 22, 【0014】 - 【0021】 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6, 9